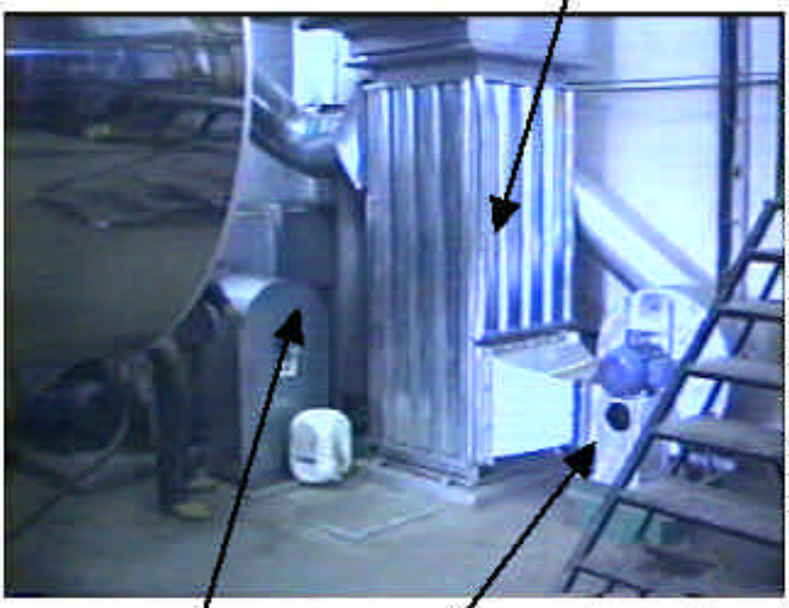
AIRES Y CHIMENEAS EN CALDERAS A LEÑA

En la combustión a leña, la entrada de aire debido al "tiro" de la chimenea o del ventilador de "tiro inducido" y el "tiro forzado" (aire forzado o aire bajo grilla natural)**, son los que "manejan" la combustión** (la leña está en una cantidad muy superior a que se está quemando en forma instantánea, sobre la parrilla o grillas) de manera que **la cantidad de combustión depende de la cantidad de aire que entra en contacto con la leña**, así como **el corte de combustión será el cierre de todo contacto del aire con la leña**, **operación esta última muy importante cuando es necesario parar totalmente la combustión frente a un bajo nivel de agua. Las entradas de aires cuando se cierren en estos casos deben ser muy "estancas"**. Los ventiladores de tiro forzado o las entradas de aire bajo y sobre grilla, **están dependiendo de la depresión del hogar** (por lo general unos -3 a -10 mmca) **y de los ventiladores de aire primario, secundario, terciario, etc.**.

Es muy importante, entonces, antes de entrar a analizar todos los tipos de calderas a leña, **indicar la forma que los humos de la combustión son "llevados" a la chimenea y como entran los aires de combustión**, porque esto define en buena parte el comportamiento de las calderas a leña, aunque **todas tienen en común que la cámara de combustión están en depresión** (o sea por debajo de la presión atmosférica, de manera que no escapen los gases por las entradas de carga de la leña, mirillas, tapas de ceniceros, etc., esta **depresión se mide por lo general en milímetros de columna de agua** (**mm. c.a. o en milibars** -siendo **1 mbars equivale aproximadamente 10 mm.c.a.** o sea 10 mm de columna de agua).

Tiro inducido de un gasógeno (conectado a la caja de humos trasero). Mantiene la depresión en la caldera, la cámara torsional y el gasógeno.

Para medir esta depresión (o presión si la hubiera) puede ser medida **disponiendo un tubo en U** de un diámetro de varios milímetros (por ejemplo, Ø **10 mm., cuyas extremidades transparentes, vidrio o plástico, tengan 300 o 400 mm. largo**, con **un extremo libre a la atmósfera** y **el otro a un caño de cobre o similar** (por ejemplo: de 1/4" o próximo), **que se conectará por un agujero bien sellado a la cámara o caja de humos a medir**, si no se puede sellar bien, **introducir el caño de cobre en el interior de la cámara, de manera de estar en el "seno" de la cámara a medir)**, lleno unos 300 mm. de columna de **agua** en el tubo **U** (con **unas gotas de alcohol** y si se quiere con un poco de un colorante, tinta o similar). El extremo conectado a la caldera, si hay depresión, tratará de "succionar" el agua hacia ese extremo (en realidad es la presión atmosférica que "empuja" el otro extremo, debido a que su presión de aire es mayor que la cámara en depresión), si hay presión de aire en la cámara, el efecto es a la inversa.

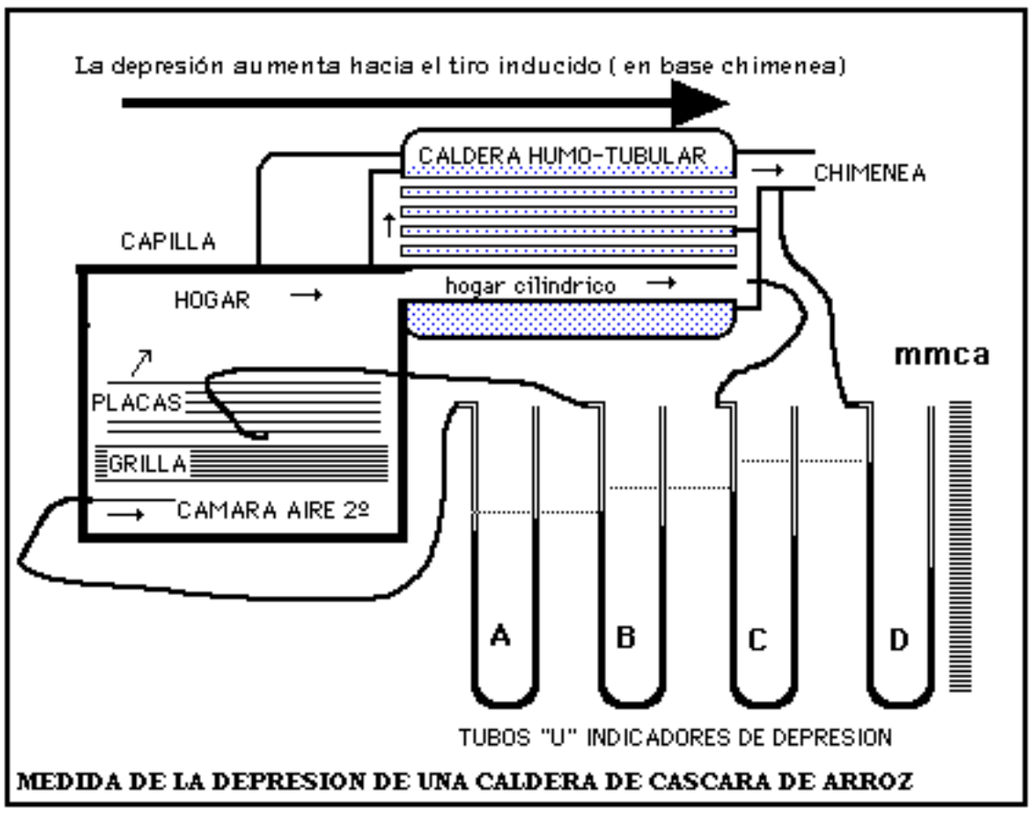

Calentador de aire
Cuando hay calentadores de aire o economizadores (recuperadores de calor) el ventilador de tiro inducido se conecta por lo general en depresión a estos intercambiadores o sea "succionan" los gases através de toda la caldera y sus recuperadores.
Ventilador aire "bajo grilla" o "forzador"
Ventilador "tiro inducido" conectado al calentador de aire

La diferencia medida entre la parte paralela de la U, en forma vertical (como "plomada") **medida en milímetros (con una regla o metro) es la depresión** (en mm.c.a.)**.**

En una cámara de combustión será por lo general de -4 mm. c.a. hasta unos -10 mm.c.a (hasta 20 mm.c.a. en caldera sin forzador bajo grilla)**,** pero a medida que nos aproximamos a la chimenea o al tiro inducido, la depresión aumenta (hay más "vacio" o sea mayor tiro). **Cuando el tiro es natural esta depresión por lo general es baja** (en la base de la chimenea podrá ser de unos -10 mm.c.a. hasta unos -20 mm.c.a, si la altura de la chimenea es más alta y la temperatura de los gases es más elevada. Con un ventilador de "tiro inducido" puede ser muchísimo más elevado, pudiendo en la entrada del ventilador variar entre -50 mm.c.a. a más de -250 mm.c.a, dependiendo del tipo de ventilador, revoluciones por minuto y diámetro del rotor, etc, y de como esté regulado la entrada de aire en la cámara de combustión o las penetraciones por pérdidas en las tapas juntas de la cajas de humo).

Una de las causas que más afecta el comportamiento de la caldera es la "falta de tiro", generalmente por el ensuciamiento de los tubos de la caldera que provoca un restricción al pasaje de los gases o por fallas en en ventilador (el desgaste de las paletas del ventilador, la mala regulación de las luces de sello del rotor respecto a la carcaza, el deslizamiento de las correas en las poleas tanto del motor como en el ventilador, las entradas de aire parásitas por aberturas por corrosión de las cajas de humos, etc.).

Cuando hay "falta de tiro", no solo la caldera se pone "lenta" a las respuestas y no mantiene la presión al valor fijado cuando sube la carga, sino que consume más leña que la necesaria debido a la baja de Eficiencia provocada por la combustión incompleta de la leña (esto se comprueba visualmente por una llama larga en la que "quema directa", por la medición de los gases de chimenea y detectar la falta de exceso de aire, por la medición de las "depresiones" en distintas partes del circuito de gases). **Cuando se mide el amperaje del motor y el mismo tiende a bajar cuando sucede este fenómeno, el problema es el ensuciamiento, pero si la carga del motor es alta y falta tiro, es evidente que el ventilador tiene un problema interno de recirculación de gases entre la entrada y la salida por corrosión o mal ajuste de las luces de los aros laterales de sello.**



Como vemos en el gráfico anterior, la depresiones aumentan hacia el tiro de la chimenea (natural o inducido).

TIRO NATURAL
humos calientes
gases calientes con alta temperatura.
En el tiro natural es la mayor temperatura de los gases de chimenea la que provova el "tiro" o vacío en la base de la chimenea.
(lo que en realidad es el empuje del aire más frío)
Las chimeneas de tiro natural son de mayor diámetro y altura, ya que cuanta más alta mayor será el tiro hasta cierta altura, el diámetro mayor permite una menor pérdida de carga.

1-Tiro natural:

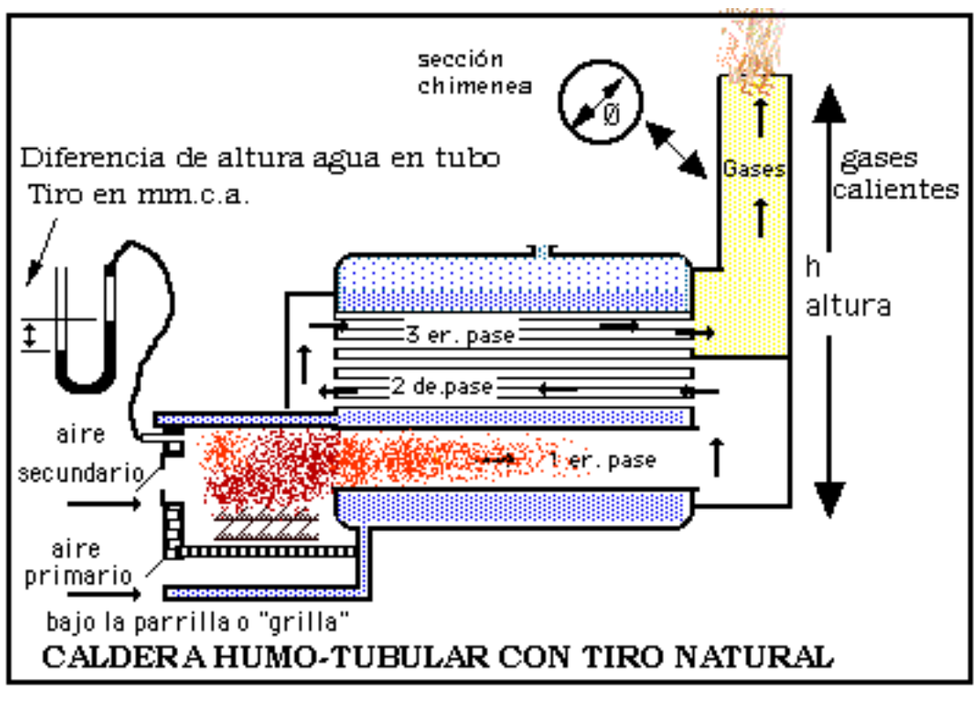
El tiro natural, como lo dice, es el “vacio” que tiende a provocar en la base de la chimenea los gases más calientes que van por el ducto de la chimenea (en realidad, es la presión atmosférica que empuja el aire hacia el interior del hogar de combustión al desplazarse el aire más caliente por lo chimenea en forma vertical, dado que el aire a medida que se calienta disminuye su peso: densidad, es así que un aire de una sala de caldera puede pesar unos 1,3 Kg./m3 pero al calentarse a la temperatura de salida de la caldera o entrada de la chimenea, bajar a unos 0,525 kg por m3. a una temperatura 400ºC, aunque por lo general la temperatura de chimenea es de unos 250ºC a 350ºC en las calderas de tiro natural).

La intensidad del tiraje es igual a la diferencia entre el peso de un volumen de aire atmosférico igual al de la chimenea, con la de los gases calientes que contiene la misma. Por esta razón, cuanta más alta es la chimenea (si los gases no se enfrían y el diámetro de la chimenea es adecuado), mayor será el "tiro" en la base de la chimenea (regulándose en la chimenea por medio de un "válvula de mariposa" (persiana, cuchilla, etc.) o haciendo penetrar aire frío del exterior, de manera de mantener una depresión o "tiro" adecuado en hogar de combustión). No hay que olvidar que el volumen de los gases necesitan tener una sección en la chimenea, para pasar, que si la chimenea se "ensucia" y este pasaje se achica, la caldera pierde "tiro" y la combustión no se activa lo suficiente (la caldera pierde capacidad de producir vapor). La entrada de aire primario y secundario (o terciarios) se regula junto con el tiro, por medio de válvulas de "mariposa" o "persianas", bajo el cenicero, sobre la parrilla, etc..

Podemos decir que una chimenea de 10 m. de altura, cuando los gases tienen 250ºC de temperatura promedio, el tiro teórico en la base es de -5,4 mm, c.a., si doblamos la altura a 20 m. el tiro será el doble o sea -10,8 mm.c.a., lo mismo podemos decir de la temperatura, si aumentamos a 300ºC en ambos casos de altura tendremos -6 mm.c.a. y -12 mm. c.a, pero si se enfría la chimenea en invierno a 150ºC el tiro baja a -3,8 mm.c.a. y -7.6 mm. c.a.. **Estos valores teóricos, son los que obtendríamos si cerramos la entrada de aire a la caldera** (y no hay otros aires de penetración por pérdidas), **en ese momento, un instante antes que baje la temperatura en la chimenea, se produce el "tiro teórico". Pero al abrir los aires primarios y secundarios, el "trabajo" de hacer "circular" el aire y luego los gases, a través de las distintas secciones de la caldera** (en donde hay restricciones, como la parrilla, los tubos, regulaciones,etc.) **en donde hay un "trabajo restrictivo", perdemos parte del tiro teórico y tendremos el "tiro real" o sea el que mediremos en el hogar** (también hay una energía o trabajo gastado en la propia circulación de los gases, energía que luego será la que permite elevar los gases a la atmósfera).

Conclusión: si la chimenea es baja, tiene poca sección (hay trabajo gastado en vencer la falta de sección), **o los gases se enfrían, el tiro será "poco" y por lo tanto, la caldera tiene mala combustión y poca "respuesta"** (al aumento de producción de vapor). Especialmente al quemar leña con mucha humedad se necesita un "buen tiro", ya que necesita más aire que la leña seca y por lo general el hogar está más cargado de leña para compensar la falta de combustión.

Por eso la chimenea debe tener la sección adecuada (diámetro), la altura y la aislación a los fríos del invierno (vientos fríos que la enfrían a los gases en el tramo de chimenea).



En el tiro natural, por lo general el aire primario y secundario, también entran por la depresión que hay en el hogar (es decir, no es "empujada" por un ventilador, si no que es "succionado" por la depresión que tenemos en el hogar), por lo cual la cantidad de aire que entra depende de la "apertura" de la entrada del aire y del valor de la depresión en el hogar (a mayor depresión, mayor "fuerza" para que entre el aire de la sala). **De esta manera se regula la cantidad de combustión, ya que la cantidad de leña en el interior de la caldera permanece constante, la cantidad de combustión o fuego depende de la cantidad de aire primario** (bajo grilla o parrilla, o tubo de hogar en algunos casos), **y secundario** (el aire secundario es el que entra por encima de la grilla, o en muchos casos, el sobrante de la propia parrilla, que se utiliza para "terminar" la combustión iniciada por el aire primario, que también tiene un exceso, el de la parrilla, que muchas veces suficiente para la combustión total).

Esto significa la importancia que tiene la dimensión de la chimenea en altura, sección y que no se enfrien los gases, pero también en el hecho que no entren aire por filtraciones en partes no útiles para la combustión (bocas de carga, tapas de limpiezas, forros del hogar, tanto refractario como de tubos, cajas de humos, base de chimenea, etc.).

En algunos casos puede que el aire primario, pueda ser "empujado" por un ventilador (pero siempre con depresión en el hogar). **En este caso, se mantiene la depresión en el hogar constante y se varía la cantidad de aire "empujado" por el ventilador primario.**

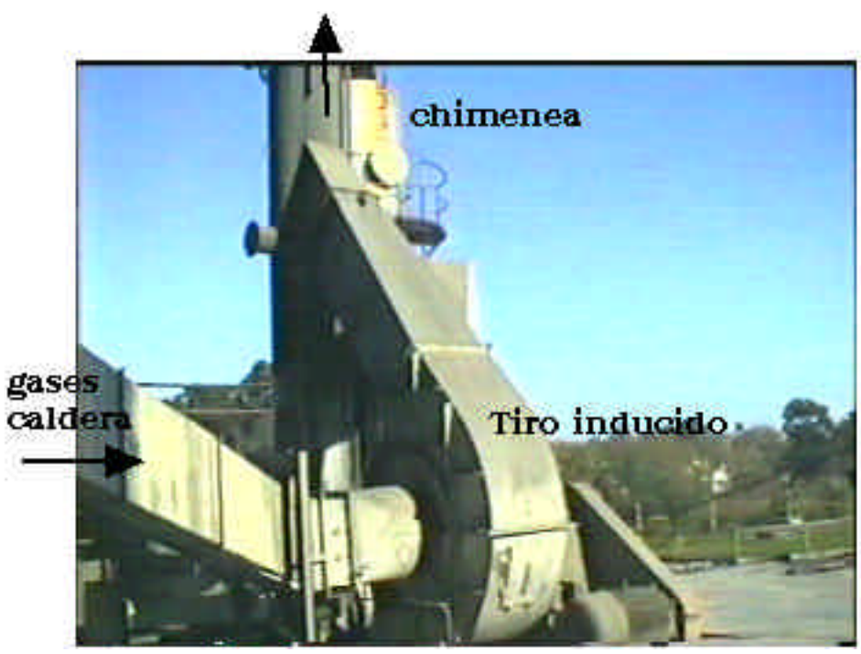
En general, podemos comentar que las dimensiones de las calderas con tiro natural a leña son de pequeño porte (hasta unos 2.500 kg/hora de vapor, pero su uso por lo general es muy aplicado a las calderas "verticales" que tienen muy poca "perdida" de carga, ya que los gases solo tienen un solo paso, el hogar alineado al pase tubos en forma vertical y luego en forma directa descargan a la chimenea, por eso estas calderas tienen un gran "tiro" y deben ser prendidas con el "baffle" o válvula de mariposa de la chimenea bastante cerrada, ya que con un tiro tan fácil al prender una caldera vertical a leña se puede sobrecalentar la placa "seca" o sea la placa superior que está enfriada por el vapor, como en el momento de prender, el vapor no se encuentra disponible por lo tanto la placa se calienta y los mandrilados de los tubos se pueden "aflojar". Por eso hay que prender con tiempo de la caldera, luego recién que se produzca vapor, dar el tiro necesario para producir la combustión para la producción de vapor.

2-TIRO FORZADO (o "TIRO INDUCIDO").

Como las calderas de tiro natural no disponen de un gran "tiro" por las limitaciones (altura y sección de chimenea, necesidad de temperatura alta de los gases lo que significa una pérdida de Eficiencia, dado que los gases calientes se llevan el calor que podríamos utilizar para mejorar el rendimiento), las **calderas de tiro natural por lo general son de uno o dos pases de gases** (como las calderas verticales de un pase, o calderas humo-tubulares de dos pases o calderas acuotubulares de de 2 pases (antiguas calderas seccionales con tubos semi-horizontales). Son de realativamente pequeña dimensión (hasta unos 2.500 kg/h de vapor).

Como en las calderas se debe aprovechar al máximo el calor producido, "achicar" al mínimo el tamaño de la caldera (haciéndola más Eficiente con menos material), **se deben aumentar los pases de gases, poner recuperadores de calor** (como ser economizadores o sea: calentadores de agua de alimentación u otros usos, calentadores de recuperación para calentar el aire de combustión), **o aumentar la "velocidad de respuesta" a los cambios de consumo de vapor, todo esto hace que el "tiro natural" ya no sirve, por lo que se utiliza el "tiro forzado"** (succión e impulso, de los gases calientes por un medio mecánico). **O trabajar con calderas de gran volumen de gases y rápida respuesta a los cambios de consumos de vapor, todo esto lleva al "tiro forzado" o "tiro inducido".**

Por tiro "forzado" se pueden denominar una serie de sistemas en que el aire es forzado (como el antiguo caso de las salas de calderas presurizadas, generalmente en aplicada en los barcos, empujan el aire e impiden que los gases salgan a la sala de caldera) **o generalmente succionando los gases por medios mecánicos** (ventiladores) **o por medio de inductores de aire o de vapor** (como en el caso de las locomotoras que se hace un tiro con un inyector de vapor o la descarga de los propios cilindros de vapor, como si fuera un "venturi" o sea, se descarga en una sección más estrecha de la chimenea un "chorro" de vapor por medio de una tobera, este vapor "arrastra" los gases, haciéndolos tomar más velocidad, lo que obliga a aumentar la capacidad de la chimenea y por lo tanto el "tiro" en su base, tal como sucede en las películas en que aparecen "locomotoras" a vapor, cuando hacen fuerza se ve la chimenea con humos muy sobrecargada, el vapor que se usa por lo general es de la descarga de los propios cilindros o pistones de la máquina, de manera de no gastar vapor extra, ya que el agua del vapor no se recupera).



Tiro inducido de caldera de 8 tn/h de vapor. Uno de los problemas es la corrosión por los gases ácidos de la combustión.

Pero, en nuestro caso, por lo general, llamaremos "tiro inducido" cuando un ventilador (extractor, mecánico, movido por un motor eléctrico o a vapor: turbina o máquina alternativa) **colocado entre la caldera y la chimenea** (o entre los recuperadores de calor y la chimenea), "**succionan" los gases y los "empujan" a la chimenea.**

La combinación del "tiro inducido" y el "aire forzado" (o "forzador": aire forzado bajo grilla, secundario y terciario), **permite recuperar el calor de los gases de chimenea, facilitar todo el aire de combustión en todas las condiciones, poner todos los pases y recuperadores, manteniendo las succión en todas las secciones, de manera que no haya pérdidas de gases a la sala** (especialmente en leña esto es fundamental, ya que la leña debe ser cargada por una entrada expuesta a la sala de calderas y porque los gases de leña pueden ser contaminantes e inclusive "venenosos" por la presencia de CO—monóxido de carbono—que es tóxico por acumulación). **En las calderas a leña, no se debe permitir que los gases de la combustión contaminen los locales en donde trabaja el personal** (por el CO que puede existir en algunas circunstancias o etapas de combustión, habiendo otros gases "no quemados" que pueden ser perjudiciales para la salud). **Tampoco se debe abrir una cámara de combustión con el "tiro cerrado", esto puede provocar la explosión de los gases del hogar** (ricos en monóxido de carbono y otros gases que al mezclarse con el aire de la salda de calderas, produce su violenta ignición, pudiendo afectar al operador y a la propia caldera. Esto es válido, tanto para "quema directa" como en los gasógenos.

Por lo general el "tiro inducido" (ventilador en chimenea), **mantiene en forma automática** (o manual) **la depresión en la cámara de combustión** (próximo a -4 mm.c.a. hasta unos -10 m.c.a), **variando su capacidad por medio de una válvula de gases** (persianas o mariposa en la entrada del ventilador) **o variando la velocidad del rotor del ventilador** (por medio de un variador mecánico o un variador electrónico de frecuencia de la corriente eléctrica alterna que alimenta el motor del ventilador, haciendo variar su velocidad de rotación o rpm), **esto permite mantener la depresión a distintas cargas y lo que se varía para aumentar o bajar la combustión son los ventiladores de aire primario, secundario y terciario** (el tiro inducido acompaña el caudal de estos ventiladores **manteniendo la depresión pre-establecida** en el hogar).

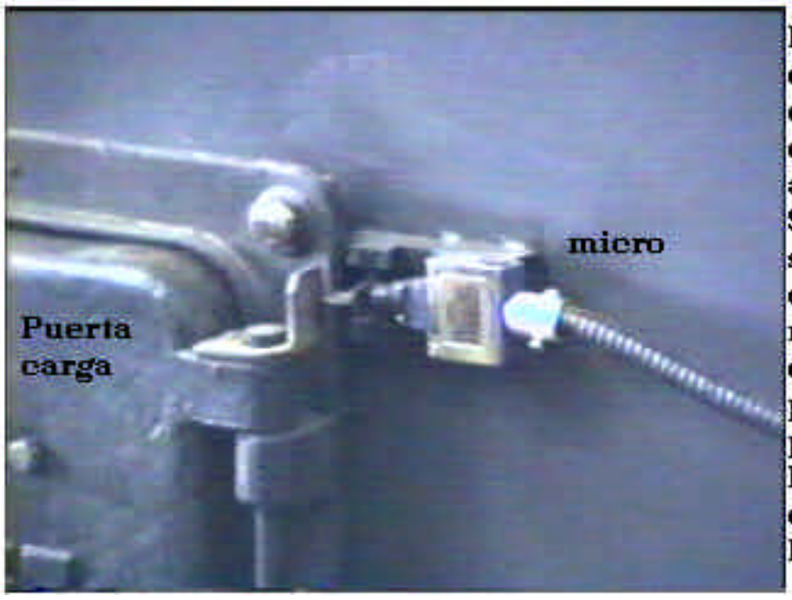
Cuando la caldera solo tiene "tiro inducido", la capacidad de combustión se hace por medio de la depresión del hogar que provoca el tiro inducido (aumentando o disminuyendo el tiro según aumente o disminuya la necesidad de aire de combustión, acompañando a esto con la regulación de los aires primario y secundario, por medio de su regulación a la entrada al hogar).

EN LOS SISTEMAS DE "TIRO INDUCIDO" (o "tiro natural" cerrado) NO SE DEBE ABRIR LA ENTRADA DE CARGA DE LEÑA O LAS MIRILLAS CUANDO EL TIRO INDUCIDO ESTA APAGADO. Si el tiro inducido está apagado, el hogar está lleno de "**gases a medio quemar"**, lo que al abrir una entrada de aire, entra oxígeno que se mezcla con los gases sin quemar y **puede provocar una explosión de hogar y/o salir una "llamarada" de fuego hacia la persona que abrió la mirilla o la compuerta de carga.**

ESTO ES MUY PELIGROSO.

En algunos casos, conviene disponer un **sistema de seguridad que impida la apertura de la tapa de carga de leña si el tiro inducido está apagado** (**especialmente en la quema de "aserrín"**). Siempre **conviene que tiro inducido apagado permita un pequeño venteo de gases a través del ventilador para el "barrido" de los gases** (pequeña depresión en el hogar que impide que salgan gases a las sala de caldera, especialmente cuando los aires primario, secundarios y terciarios no cierren bien o se apaguen, incluyendo al tiro inducido, al cortar por alta presión de vapor como debe ser y siga entrando algo de aire o al apagarse por cualquier razón el tiro inducido. Este barrido asegura que no escapen gases como el CO a la sala, **aunque esta pequeña entrada de aire provoca que haya una pequeña vaporización,** o sea que la caldera no "apaga" totalmente, pero por lo general esto no representa un problema si no hay un bajo nivel importante).

PROTECCION DE APERTURA PUERTA DE CARGA POR ERROR

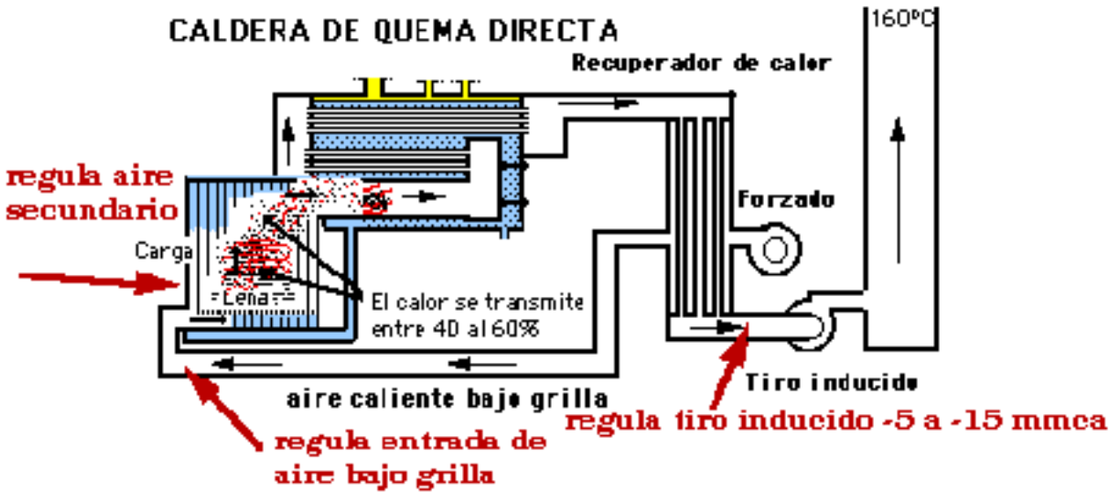


Micro de protección para que no se abra la puerta de carga simple, cuando el tiro inducido está apagado.
Si abre la puerta de carga simple, los gases combustibles en el interior del hogar se mezclan con el aire que entra en la abertura de la puerta de carga y puede producir una explosión de hogar que puede quemar al operador (incluso costarle la vida, como ha ocurrido).

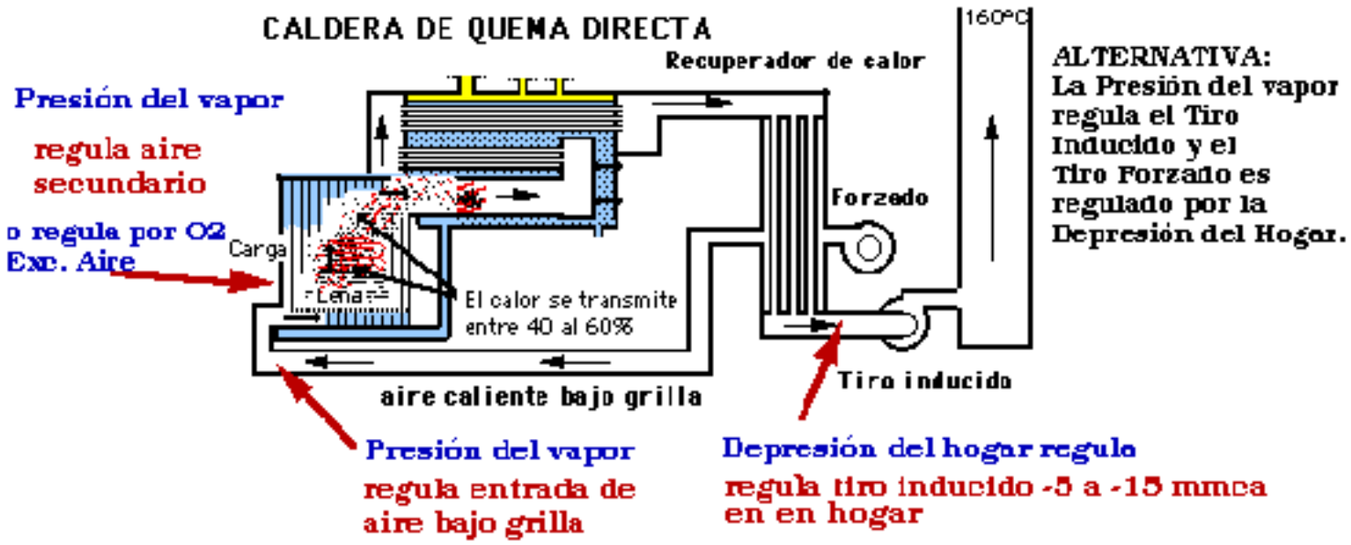
Los tiros inducidos por lo general son comandados por un sensor de la depresión en el hogar de combustión (que mantiene la depresión entre -4 mmca y -10 mmca), y los tiros forzados son comandados por presóstatos que van conectados a la presión de vapor, **habiendo un presóstato de corte para el corte por alta presión vapor tanto para los tiros forzados como para el tiro inducido** (**bloqueando este último a los ventiladores de tiro forzado de manera de evitar que haya presión positiva en el hogar de combustión**, es decir, que nunca se puedan prender los tiros forzados si no hay la depresión suficiente en el hogar). Ver más adelante: Presóstatos (presióstatos).

En todos los casos, el lecho de leña juega un "papel" fundamental, que deberá manejar el foguista (depende de la calidad de la leña y la marcha).
En todos los casos la llama no debe pasar del 50% del hogar y entrar en el mismo.

REGULACION MANUAL

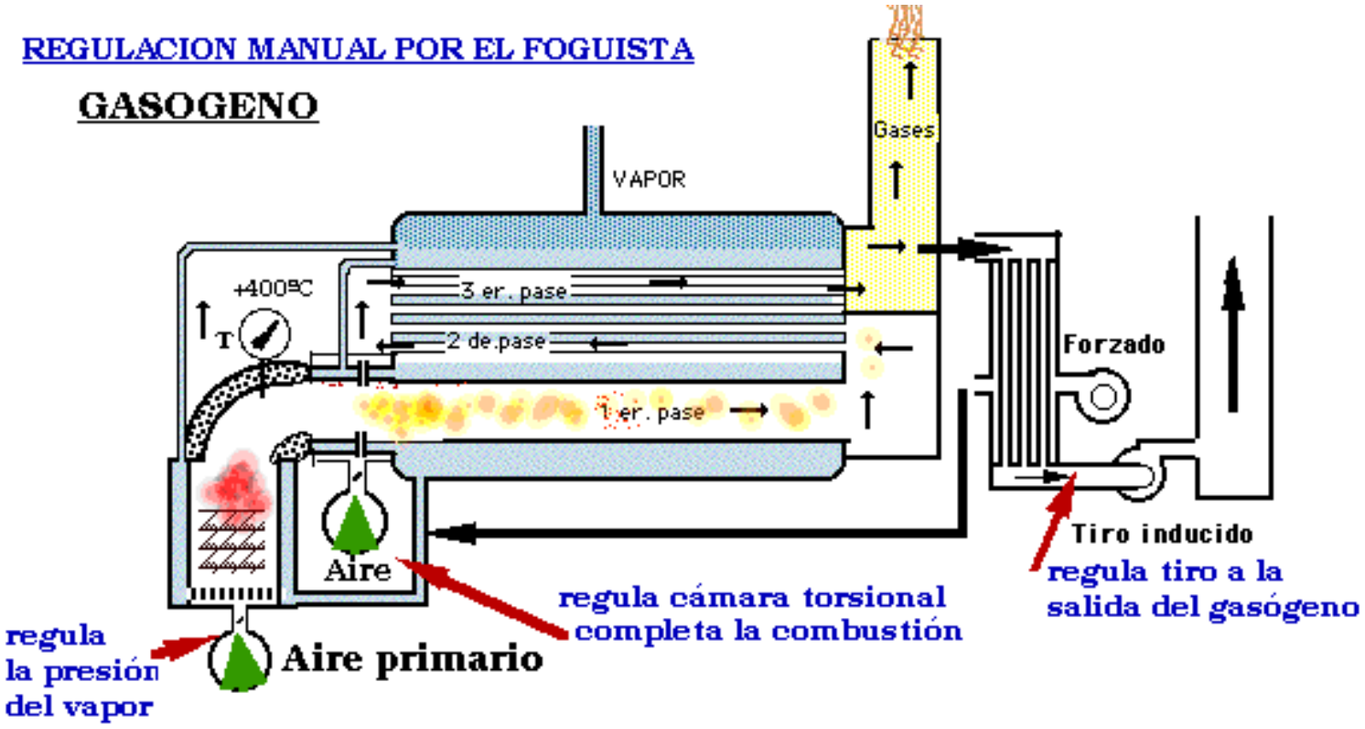


REGULACION AUTOMATICA POR PRESION DE VAPOR Y DEPRESION DE HOGAR

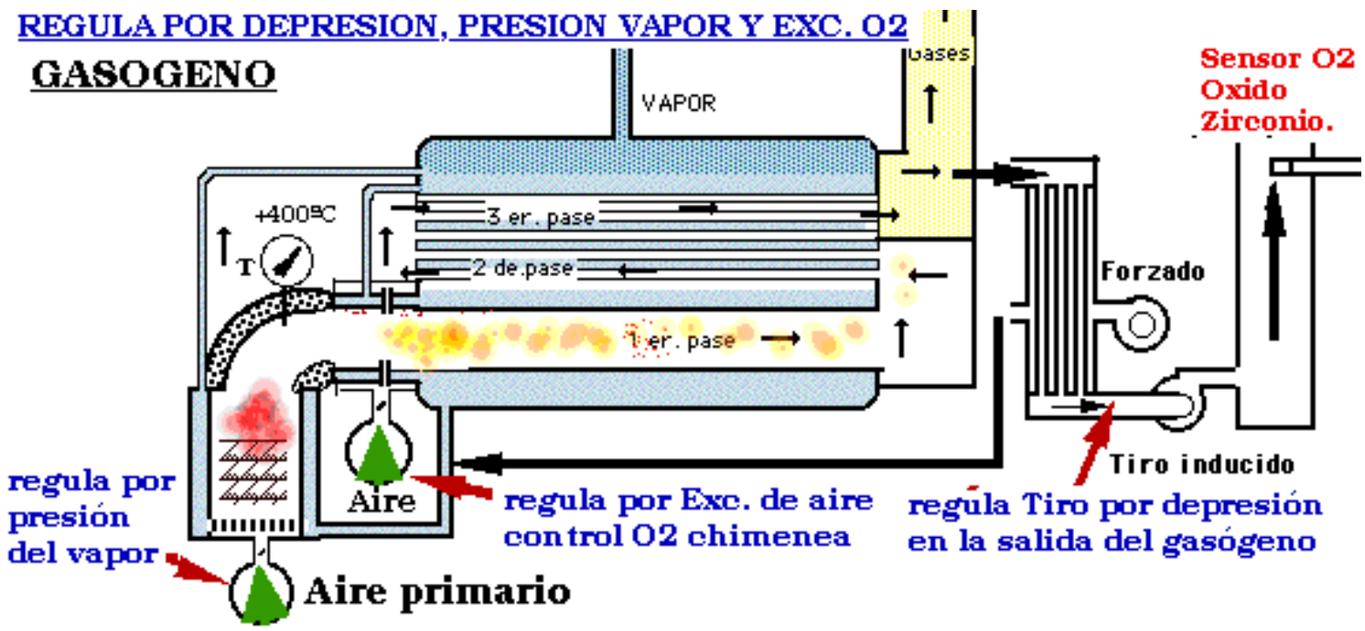

CALDERA DE QUEMA DIRECTA
160ºC
Recuperador de calor
Presión del vapor
regula aire secundario
o regula por O2 Exc. Aire
Forzado
Carga
Leña
El calor se transmite entre 40 al 60%
aire caliente bajo grilla
Tiro inducido
ALTERNATIVA: La Presión del vapor regula el Tiro Inducido y el Tiro Forzado es regulado por la Depresión del Hogar.
Presión del vapor regula entrada de aire bajo grilla
Depresión del hogar regula tiro inducido -5 a -15 mmca en en hogar

En el croquis anterior, vemos, una caldera de "quema directa" con **aire forzado** (bajo grilla), con **tiro inducido** (entre el recuperador de calor y la chimenea), 3 pases, con cámara de combustión ("capilla" o sea cámara de combustión acuo-tubular), con recuperador en gases de chimenea (para calentamiento del aire primario y secundario, esto mejora la Eficiencia o rendimiento y mejora la combustión notablemente con el aire caliente). En este caso hemos puesto "fondo húmedo", pudiendo ser "fondo semi-húmedo o húmedo, acuo-tubular o sea "capilla trasera.

En el croquis inferior hemos puesto la regulación de los aires de un gasógeno, tanto en forma manual como automática (ideal), ya que la llama del gasógeno no es muy visible y hay que mantener en forma permanente una relación entre el aire primario bajo el gasógeno y el aire secundario en la cámara torsional, ambos varian continuamente de acuerdo a la producción de vapor y a la carga de leña del gasógeno).



La regulación manual no es la ideal para calderas de gran porte, creo que por encima de los 4.000 Kg/h de vapor, la regulación debe ser automática, incluyendo un sensor en chimenea del exceso de aire (O2 que comande el exceso de oxígeno en el rango de 4% a 5% en base húmeda).

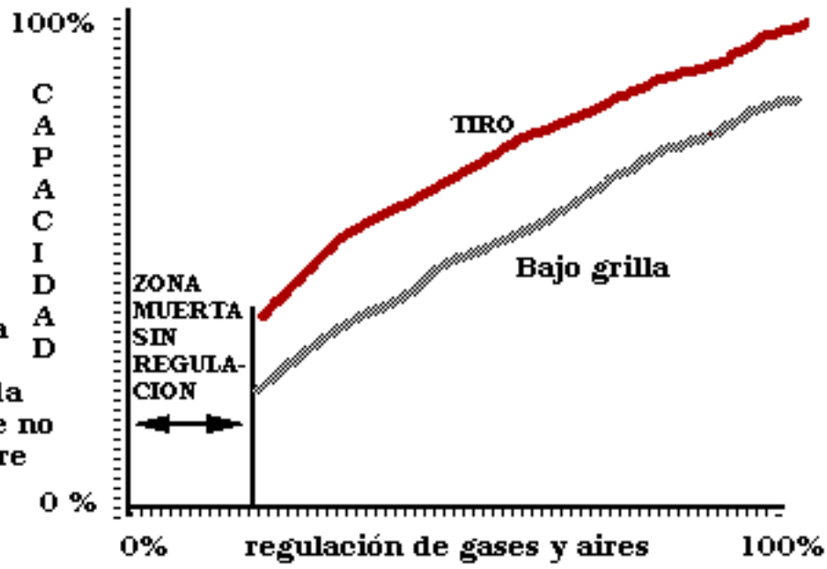


VENTILADOR BAJO GRILLA FORZADOR

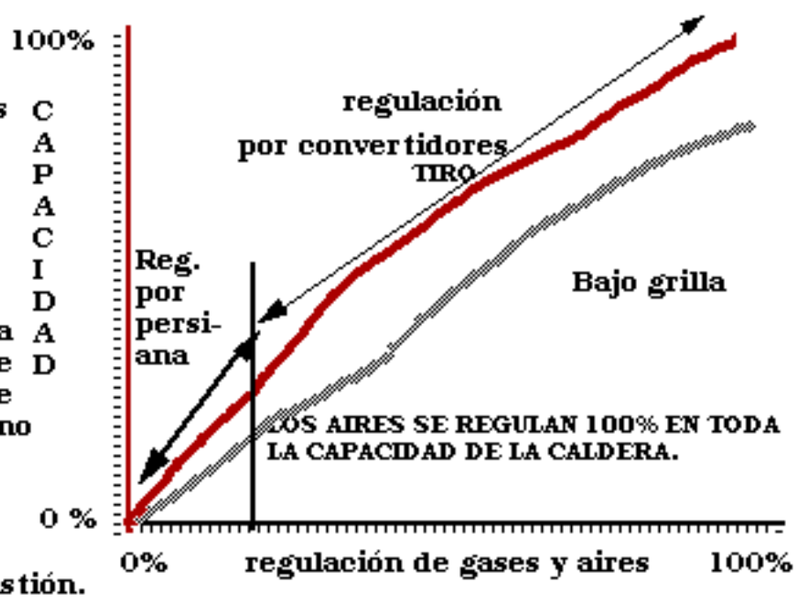
El ventilador "bajo grilla" o "forzador", empuja el aire frío en forma modulada através del calentador de aire o directamente debajo de la grilla.
Generalmente el ventilador regula su caudal de aire por el "comando" de la presión del vapor, regulando las rpm del motor del ventilador o si es a rpm constante, regula por medio de válvula de aire a "persiana" o válvula "mariposa" o de "guillotina".

En nuestro trabajo de "campo", hemos llegado a la conclusión que la regulación del aire "bajo grilla" o "forzado" (en realidad aire primario de combustión, que regula la cantidad de combustión, mientras que el "tiro inducido" de la chimenea regula que haya siempre una pequeña "depresión" de -5 a -15 mm. c.a. (milímetros de columna de agua), **que es comandado por la presión del vapor, es decir, si baja la presión del vapor aumenta el caudal de aire y a la inversa** (y se apaga o cierra el aire totalmente, si se llega a la presión máxima de ajuste, apagándose en segunda instancia el "tiro inducido" en caso de que la presión llegue al valor máximo) **, tiene que ser capas de regular el aire en forma modulada de 0% al 100%, cosa que no se logra regulando solo las rpm del motor del ventilador con un "convertidor de frecuencia"** (ya que si el convertidor llega al mínimo, el motor se apaga, pero no cierra la entrada de aire que sigue entrando de acuerdo a la "depresión" en el hogar), **o sea, creemos que siempre el bajo grilla si se la pone un regulador de rpm, se le debe poner un regulador de válvula de aire** (persiana o mariposa, que puedan cerrar el aire totalmente en caso de la caldera ir al mínimo de generación de vapor) **dado que el convertidor no regula entre el 0% y aprox. un 20% a un 30% de la entrada primera de aire. Con el "tiro inducido", un convertidor de rpm puede manejar la "depresión" del hogar, pero si se apaga por alta presión de vapor o por un bajo nivel de agua, debe haber una válvula de gases** (persiana o mariposa) **que debe de cerrar casi totalmente el tiro de gases natural que queda por efecto de la chimenea caliente** (debe quedar una pequeña abertura en la válvula para mantener una leve depresión en hogar para que no escapen los gases de la cámara de combustión u otras partes de la caldera a la sala de caldera. Siendo importante esta condición cuando se alimenta con tolvas con combustibles como "chips" o cáscaras, para evitar que las tolvas hagan un tiro de aire y se prendan fuego).

Sólo con convertidores, el Tiro Inducido, si la caldera corta por alta presión, cierra una "persiana" motorizada, pero no regula a un mínimo de tiro, el mínimo tiro será el tiro de la chimenea. ElBajo grilla, tampoco regula en baja o antes del corte por alta presión, queda siempre abierto, lo cual es lo mismo que mantener presurizada la cámara de combustión, ya que no nada que cierre la entrada de aire en forma modulada ni abrupta.



Cuando tenemos "persianas" o sea válvulas de aire y de gases del chimenea modulada y combinada con los convertidores se logra un ajuste del tiro de la depresión del hogar de 0% al 100%, lo que permite que no escapen gases en la capilla de combustión. Lo mismo ocurre con la regulaciónBajo grilla que permite regular el aire que entra entre 0% y 100%, lo que permite ajustar la combustión, evitar que se "presurice" el hogar. Cuando no existe la regulación total bajo grilla, es como tener un auto con el carburador ajustado de 30 o 40 Klm/h para arriba: no se puede dominar bien la combustión.



ARRASTRE DE CENIZAS O "CHISPAS" EN LOS GASES

La quema de distintos celulósicos son proclives a "arrastrar" cenizas o partículas en combustión por lo que es conveniente poner separadores o lavadores de gases. A veces el problema puede ser tan serio que puede provocar tanto incendios como problemas respiratorios como el caso de la cáscara de arroz.

ARRASTRE CENIZAS Y "CHISPAS"

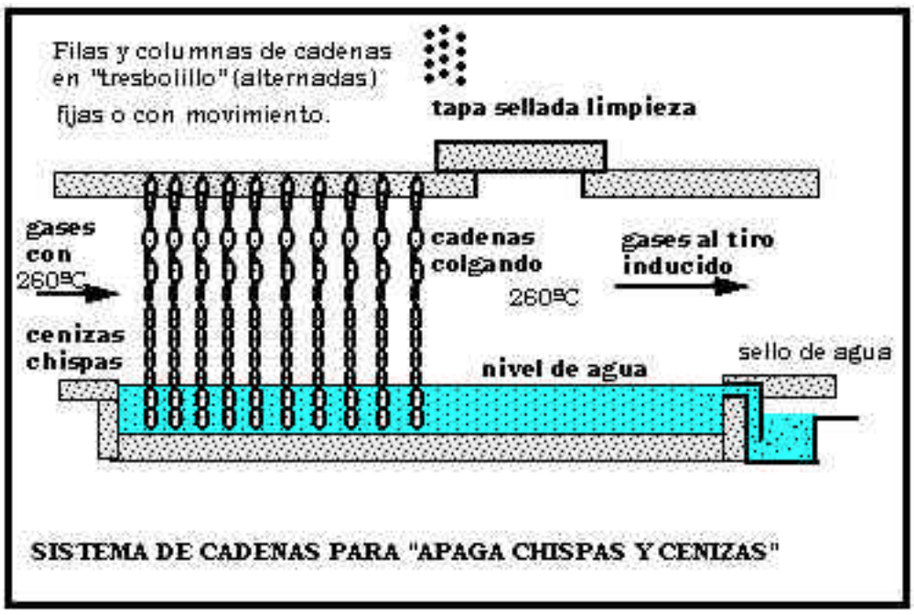
El arrastre de cenizas y "chispas" (trozos en combustión o "brasas"), puede ocurrir en determinadas condiciones, especialmente cuando hay **tiro inducido** (y aumentada la posibilidad al tener aire "forzado" bajo la parrilla), **cuando se aumenta la producción de vapor o cuando la caldera está en un alto régimen de combustión.** Cuando la carga (grado de combustión) de la caldera es alto, por lo general, en cualquiera de los dos sistema (quema directa o gasógeno), se produce un "arrastre" de materia (cenizas y trozos de madera encendida, brazas) debido a la alta velocidad del aire entre las grillas y la mismos rolos que forman la "cama de combustión". Esto es más grave, cuanto más cenizas tenga la leña (aumenta con las cáscaras) y en el caso de las cáscaras (como **la cáscara de arroz, la ceniza es de más del 20%**), se produce más arrastre.

El momento de carga agrava la situación al golpear los rolos o astillones a los rolos que ya están en combustión (más cuando en algunos casos aumenta el flujo de aire al abrir la compuerta de carga simple)

La ceniza es un contaminante en el ambiente (especialmente cuando es sílice como la cáscara de arroz), pero **las "brasas" encendidas pueden ser un "peligro" de incendio** en las proximidades de la calderas (especialmente en fábricas con inflamables).

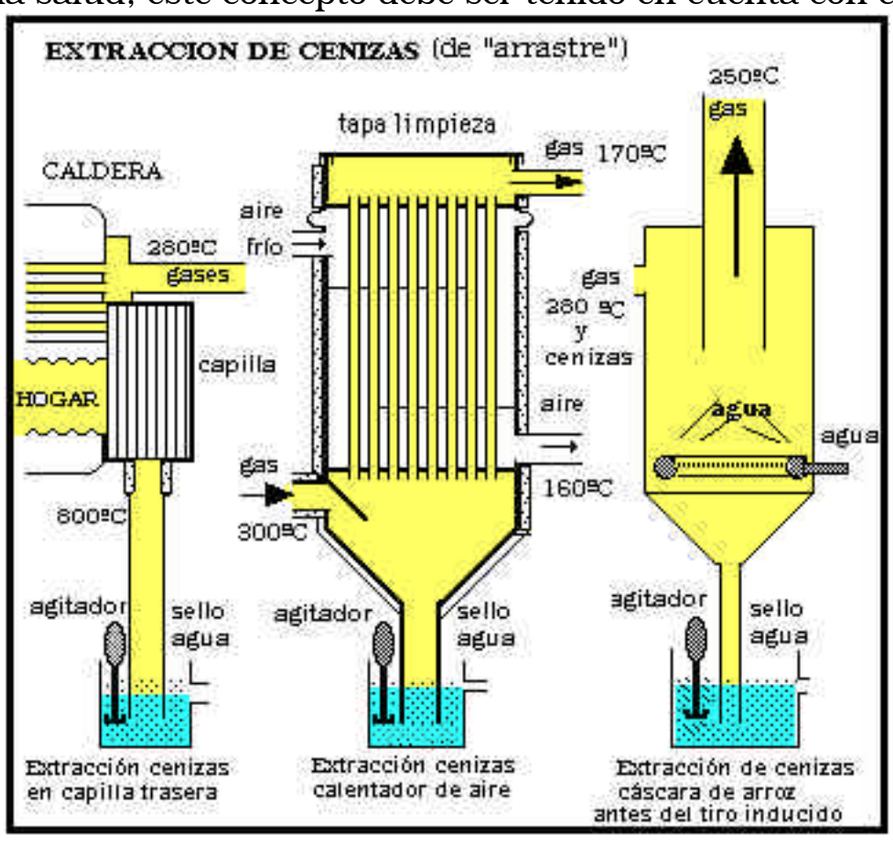
Para evitar el arrastre de cenizas y "brasas", la operación del foguista sobre la caldera y la calidad de la leña son fundamentales, pero esto por lo general en algunos casos no alcanza, por lo que hay que instalar elementos que "atrapen" la ceniza y las "brasas" (en este último caso lo llaman "apagachispas", pero no haremos diferencia).

Lo más elemental, es hacer una base de chimenea y chimenea de "baja velocidad", el segundo sería ante-poniendo al tiro-inducido un "túnel" con una pileta inferior con cierto nivel de agua (que hay que limpiar cada tanto) **y con cadenas "colgando" desde la parte superior, a cierta distancia una cadena con la otra y puestas en "tresbolillo"** (o sea, alternadas, que obliguen a los gases a chocar con las cadenas. Los materiales arrastrados pegan contra los eslabones, puestas las cadenas en varias filas y columnas (alternadas en "tresbolillo"), si el sistema de cadenas tiene la posibilidad de un movimiento manual cada tanto, mejor, para "desprender" la materia pegada a las cadenas).



A todo esto, el paso siguiente es poner entre el tiro inducido y el último recuperador: un <u>multiciclón</u> (pequeños ciclones en paralelo, de alta velocidad, de material que resista la abrasión, que descargan la ceniza a una cámara común sellada, el problema a este sistema es el alto costo).

En el caso de la cáscara de arroz, he diseñado un sistema de "baja velocidad" con la parte inferior central con una lluvia de agua para atrapar las partículas (esto ha funcionado muy bien, pero debe diseñarse cuidadosamente, además que la zona de "abrasión" sea de un material "duro" y cambiable, el agua solo "moja" la zona inferior, zona en donde la densidad de partículas es mayor, "cayendo" el material separado por el agua a un "sello de agua" con la pileta limpiable en marcha, los gases no deben enfriarse con el agua, ya que esto haría que luego al salir por la chimenea no se eleven por falta de temperatura, es necesario que se eleven para diluirse en la atmósfera y no queden sobre la zona de descarga, ya que son gases con muy bajo contenido de oxígeno (O2), alto contenido de anhídrido carbónico (CO2) y con la posibilidad que tenga monóxido de carbono (CO)-tóxico- y otros "gases no quemados" no convenientes para la salud, este concepto debe ser tenido en cuenta con cualquier combustible).



A todo esto, se puede disponer que haya separadores en las propias cajas humo (aprovechando que baja la velocidad de los gases y hay un cambio de dirección, poniendo en la parte inferior un ducto de descarga con un "sello de agua" y cuya pileta sea limpiable, hay que tener cuidado que la primer parte del ducto está en contacto con gases a más de 800ºC, por lo que la primera parte del ducto debe tener refractario y aislación, siendo conveniente que la parte en contacto con el agua sea de inoxidable o todo el ducto si se quiere una larga duración).

Uno de los problemas, de todos los separadores, es sellar la "caja" de recolección del material (cenizas y materias incandescentes), yo prefiero que estos sellos se hagan con "sellos de agua", por ser más efectivos y a su vez apagan las chispas que caigan (aunque por lo general son del tipo "seco", que al no cerrar bien sus tapas, se producen filtraciones de aire que vuelven a introducir el material separado al sistema del tiro inducido).

En la literatura se podrá encontrar otra serie de ideas de sistemas que se pueden aplicar, he puesto los sistemas que hemos aplicado, en cada caso en particular, buscando bajar costos y que sean aceptables sus resultados.

En general, hay que evitar que el ventilador de tiro inducido sufra el impacto de las cenizas (hay abrasión, el caso de la cáscara de arroz es muy severa), **por lo que es aconsejable que el rotor del ventilador y algunas zonas de la envuelta de la caja del ventilador, sean protegidas por material más duro** (así sean por capas de soldadura al cromo-niquel en las zonas más perjudicadas, o haciendo "cordones" que separen la "vena" de gases del impacto a las superficies).

En el caso de la cáscaras, cuando las cenizas tienen mucha sílice (caso del arroz), evitar que salga por la chimenea es muy importante, ya que esta sílice al ser "respirada", puede provocar enfermedades pulmonares (caso de la "silicosis" u otras).